

2013-2014

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ α - ALB_{12}

А.А. Таджиев, Н.А. Таджиева, Ж.А. Муминов

Ташкентский государственный технический университет

Высокотемпературный полупроводник додекаборид алюминия (α - ALB_{12}) обладает практически важными свойствами, ширина запрещенной зоны составляет 2,2эВ. Кроме того додекаборид алюминия относится к квазиаморфным полупроводникам и по аналогии с аморфными полупроводниками должен быть радиационно стойким, что необходимо учитывать, говоря о его важных для практики свойствах.

Проводимые до сих пор исследования свойств α - ALB_{12} проводились на кристаллах весьма малых размеров, полученных методом кристаллизации из раствора - расплава бора в алюминии между тем, для практических целей часто необходимы образцы в виде стержней больших размеров. Кроме того, максимальная температура процесса кристаллизации α - ALB_{12} из раствора - расплава составляло 1600-1700°C, что существенно ниже температуры его плавления. Это обстоятельство, приводит к некоторой термической нестабильности материала при высоких температурах.

В настоящей работе получены кристаллы α - ALB_{12} методом бестигельной зонной плавки с использованием токов высокой частоты и исследование их электрических свойств. Для этой цели разработан двухконтурный высокочастотный генератор, с включением нагревательного индуктора с автотрансформацией в индуктивной ветви. В этом случае коэффициент включения определяется с соотношением индуктивностей двух частей катушки анодного контура L_1 относительно точки подключения нагрузки. При этом за счет изменения положения короткозамкнутой катушки L_2 внутри анодного контура значение коэффициента автотрансформации можно установить в пределах от 1.1 при стартовом разогреве до 2 при выходе на режим номинальной мощности плавки. Полезная колебательная мощность составляет 6,3 кВт, частота генерации 5,28 МГц. Полученные кристаллы имели размеры $l=50$ мм, $d=4-5$ мм..

Исследования температурной зависимости ($T=300-1500$ К) электропроводности образца полученного зонной плавкой в среде гелия показали, что в области высоких температур точки, соответствующие исследованному образцу, хорошо ложатся на кривую для ранее полученного додекаборида алюминия. Необходимо отметить термическую

стабильность материала, результаты воспроизводились при многократных нагреваниях и охлаждениях. Наклон кривой $\lg\sigma = f(1/T)$ при температурах ниже области собственной проводимости составляет величину $0,7\text{эВ}$, близкую к наблюдаемым для ранее исследованных образцов α - ALB_{12} , приготовленных другим методом. Закономерно сдвигается и точка перехода к области собственной проводимости для образцов с различной электропроводностью.

Представляло интерес сравнение термоэдс получаемых образцов с термоэдс β -ромбоэдрического бора. Термоэдс α - ALB_{12} значительно отличается от термоэдс β -бора во всем исследованном материале, причем термоэдс последнего значительно ниже.

Результаты исследований электрических свойств показывают, что разработанная технология дала возможность получить додекаборид алюминия α - модификации. Таким образом, при наличии близости электрических свойств полученных нами образцов α - ALB_{12} электрическим свойствам образцов, приготовленных методом кристаллизации из раствора - расплава, первые имеют существенно большие размеры и обладают более высокой термостабильностью.

Кроме этого проведены экспериментальные исследования эффекта переключения и ВАХ α - ALB_{12} . Показано, что после формовки контактов и приложения критических полей в α - ALB_{12} наблюдается широкий спектр состояний при $T < 400^\circ\text{К}$.

Высокомное состояние (I) в предпробойной области характеризуется зависимостью $I \sim \exp(\sqrt{u})$, промежуточное состояние (II) $I \sim u^2$ и состояние низкоомной памяти (III) $I \sim u$. Переходы между этими состояниями обратимы: переходы I или II в III осуществляются путем подачи ряда прямоугольных импульсов с $I > 10$ мА. Стирание памяти осуществляется короткими импульсами $I > 100$ мА или нагреванием образца до температуры $T = 400\text{--}600^\circ\text{К}$. Установлено, что в зависимости от состояния образца, внешней температуры и параметров переключающегося импульса, переключения может носить как моностабильный так и бистабильный характер. Характер переключения в кристаллах α - ALB_{12} сильно отличается от переключения в β - боре. По видимому определяющую роль в формировании широкого спектра состояний и в конечном счете перехода полупроводник - металл играют как поверхностные состояния, так и большая плотность глубоких ловушечных центров в объеме образца. Природа энергетических спектров указанных уровней пока не ясна.